

Modelado y visualización de relaciones entre contaminantes del aire y salud pública



Selene Berenice Prado Prado[†], Satu Elisa Schaeffer^{*}

[†] Ingeniería en Tecnología de Software, ^{*} Posgrado en Ingeniería de Sistemas

[†]selene.pradopr@uanl.edu.mx, ^{*}elisa.schaeffer@uanl.edu.mx

Resumen

El objetivo de la investigación es generar modelos que permitan visualizar relaciones entre contaminantes atmosféricos y salud pública. El tener un modelo que permita visualizar relaciones entre contaminantes atmosféricos y salud pública que sea utilizado con datos confiables y verídicos pueden ayudar a entender el impacto que tiene el aumento del nivel de contaminantes atmosféricos. En la investigación se exploran diversas maneras de visualizar la información y se generan modelos que permiten analizar relaciones entre niveles de contaminantes y CIE.

1. Introducción

La tarea en el presente proyecto es utilizar modelos para visualizar las relaciones entre los contaminantes del aire y salud pública. Para la realización de los experimentos se tienen datos de ingresos hospitalarios provenientes de la base de datos de la Secretaría de Salud del Gobierno de México [2]. También se tienen registros de los niveles de algunos contaminantes del aire presentes en el área metropolitana de Monterrey, capturados por las estaciones de monitoreo pertenecientes al Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) [10] mostradas en la figura 1.

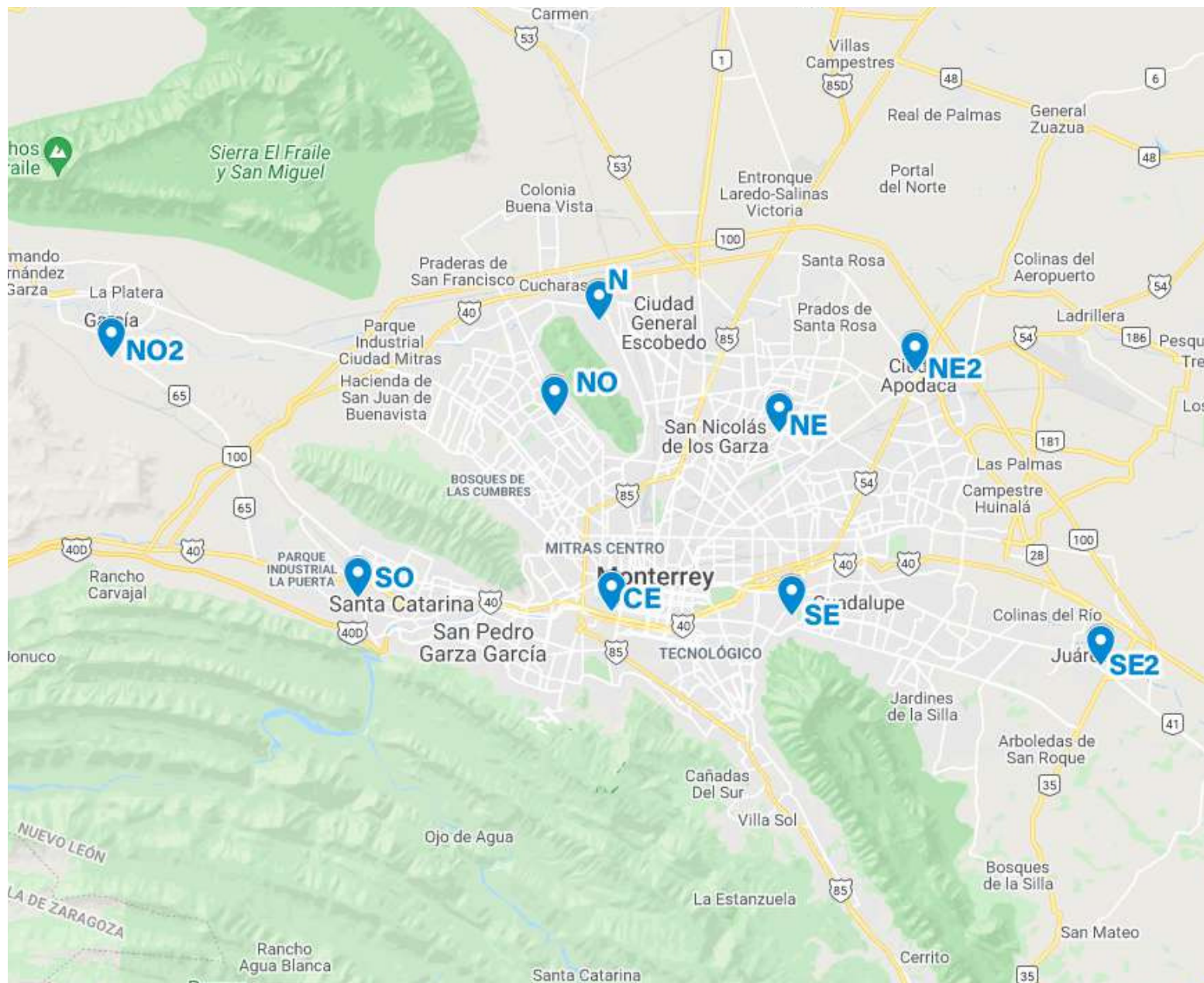


Figura 1: Localización de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

2. Antecedentes

En Nuevo León, México, las operaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico iniciaron en 1993 con cinco estaciones fijas [7]. Como se muestra en la figura 1, actualmente se cuenta con nueve estaciones que monitorean los siguientes contaminantes: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), ozono (O₃), partículas de tamaño menor a 10 micrómetros (PM₁₀) y partículas de tamaño menor a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}).

Algunos conceptos importantes a definir para este proyecto son:

- Serie de tiempo: Conjunto de observaciones tomadas en un tiempo t determinado. Relacionan estadísticamente los cambios temporales en la repercusión de cambios en la concentración de un contaminante en la población.
- Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE): Instrumento estadístico y sanitario para identificar enfermedades agrupándolas en epidémicas, generales, locales ordenadas por origen geográfico, trastornos del desarrollo y lesiones.
- Regresión lineal: Metodología inferencial supervisada que busca predecir valores y dado un vector de variables de entrada t por medio del ajuste de coeficientes w .
- Regresión lineal múltiple: Modelo complemento de la regresión lineal simple, el cual tiene dos o más variables independientes k que pueden influir en una variable dependiente y .

3. Estado de arte

Se estudia literatura reciente relacionada con el presente trabajo con el objetivo de revisar distintos métodos para resolver el problema planteado y, además, revisar implementaciones similares para resolver problemas distintos. Lo anterior tiene la finalidad de comparar los trabajos revisados e identificar áreas de oportunidad en ellos.

Cuadro 1: Comparación de trabajos frente al desarrollado, donde ✓ indica que cumple con esta característica y × no cumple con esta característica.

| Trabajo | Modelos de regresión lineal | Modelos de predicción | Evaluación de modelos | Estudio de contaminantes del aire | Estudio de problemas de salud |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Martín and Bayle [9] | ✓ | × | × | ✓ | ✓ |
| Guarnaccia et al. [3] | × | ✓ | ✓ | ✓ | × |
| Julia et al. [5] | ✓ | ✓ | × | ✓ | ✓ |
| Zhang et al. [12] | ✓ | ✓ | × | ✓ | ✓ |
| Kim et al. [6] | ✓ | × | × | ✓ | ✓ |
| Liu et al. [8] | × | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| To et al. [11] | × | × | × | ✓ | ✓ |
| Breton et al. [1] | ✓ | ✓ | × | ✓ | ✓ |
| Gupta et al. [4] | ✓ | ✓ | × | ✓ | ✓ |
| El presente trabajo | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

4. Solución propuesta

La solución propuesta se compone de cuatro fases: recolección de datos, selección y agrupación de datos, visualización de la evolución de las variables e implementación de modelos. Los tipos de visualizaciones generadas son: series de tiempo y gráficos de radar (ejemplos en las figuras 2 y 3). Los tipos de modelos generados son: modelos de regresión lineal y modelos de regresión lineal múltiple.

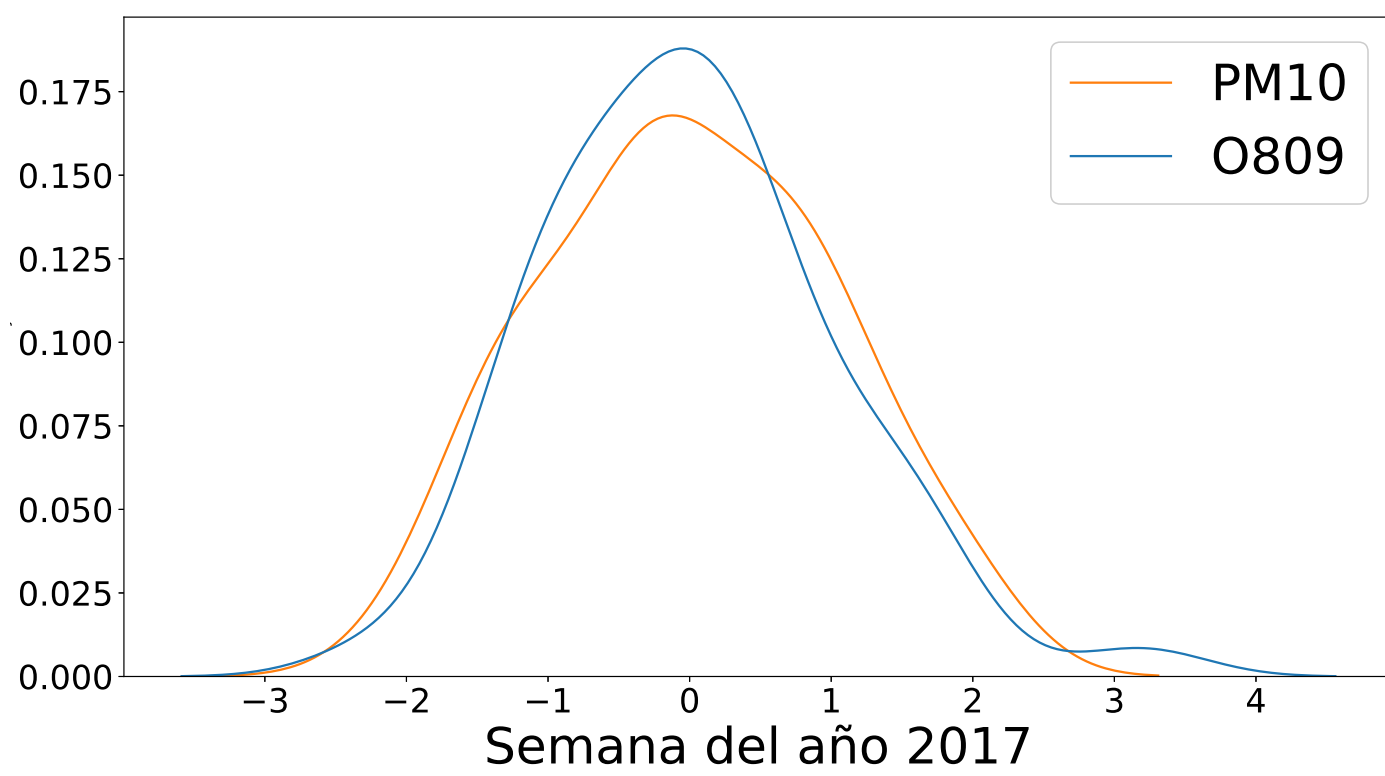


Figura 2: Evolución de los niveles de PM10 y el número de egresos diagnosticados con la CIE O809 en el 2017.

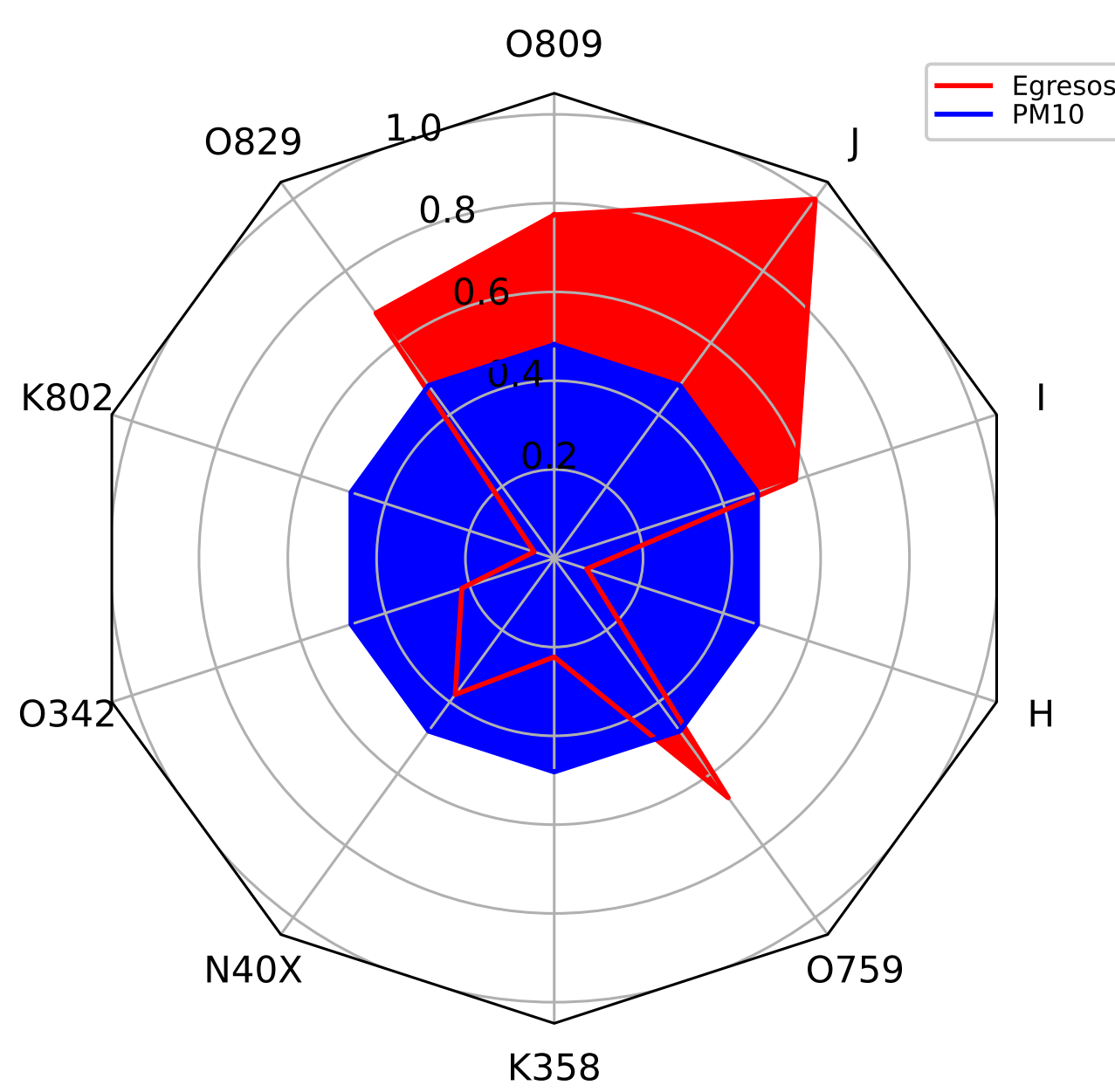


Figura 3: Nivel del contaminante PM10 y egresos por CIE en la semana 1 del año 2018.

5. Experimentos

ρ = Coeficiente de correlación de Pearson

ϵ = RMSE para medir el error

Cuadro 2: Resultados obtenidos para el año 2017. La tabla de la derecha muestra los resultados para PM10, y la tabla de la izquierda muestra para los resultados para PM2.5.

| CIE | ρ | R^2 | Valor p | ϵ | ρ | R^2 | Valor p | ϵ |
|------|--------|-------|-----------|------------|--------|-------|-----------|------------|
| O809 | -0.275 | 0.061 | 0.121 | 0.239 | -0.093 | 0.011 | 0.511 | 0.256 |
| O829 | 0.100 | 0.091 | 0.055 | 0.287 | 0.014 | 0.021 | 0.371 | 0.253 |
| O759 | -0.085 | 0.116 | 0.029 | 0.294 | -0.172 | 0.113 | 0.032 | 0.278 |
| O069 | -0.247 | 0.070 | 0.094 | 0.222 | -0.350 | 0.112 | 0.033 | 0.208 |
| K802 | 0.044 | 0.005 | 0.658 | 0.282 | 0.006 | 0.005 | 0.667 | 0.285 |

Cuadro 3: Resultados obtenidos para el año 2018. La tabla de la derecha muestra los resultados para PM10, y la tabla de la izquierda muestra para los resultados para PM2.5.

| CIE | ρ | R^2 | Valor p | ϵ | ρ | R^2 | Valor p | ϵ |
|------|--------|-------|-----------|------------|--------|-------|-----------|------------|
| O809 | -0.271 | 0.015 | 0.440 | 0.275 | -0.354 | 0.057 | 0.133 | 0.259 |
| O829 | 0.282 | 0.069 | 0.098 | 0.249 | 0.225 | 0.046 | 0.177 | 0.256 |
| K802 | 0.277 | 0.084 | 0.066 | 0.152 | 0.273 | 0.089 | 0.058 | 0.159 |
| O342 | -0.401 | 0.100 | 0.044 | 0.248 | -0.443 | 0.149 | 0.013 | 0.245 |
| N40X | -0.009 | 0.000 | 0.964 | 0.243 | -0.074 | 0.001 | 0.842 | 0.241 |

6. Conclusiones

En las series de tiempo se observa que la cantidad de egresos de la mayoría de las CIE estudiadas presentan una línea de evolución similar al contaminante PM10. Además, se observó que para el estudio de las relaciones entre los contaminantes y las CIE se obtuvieron mejores resultados con los modelos de regresión lineal múltiple frente a los modelos de regresión lineal simple.

Agradecimientos

Se cuenta con el financiamiento del programa PAICYT-UANL bajo las claves CE1421-20 y CE1842-21. El póster se preparó con <https://www.overleaf.com/>.

Referencias

- [1] Rosa María Cerón Breton, Julia Córion Breton, María de la Luz Espinosa Fuentes, Jonathan Kahl, Alberto Antonio Espinosa Guzmán, Rocío García Martínez, Claudio Guarnaccia, Reyna del Carmen Lara Severino, Evangelina Ramírez Lara, and Antonella Bianca Francavilla. Short-term associations between morbidity and air pollution in metropolitan area of monterrey, mexico. *Atmosphere*, 12(10):1352, 2021. doi:10.3390/atmos12101352.
- [2] Dirección General de Información en Salud. Egresos hospitalarios, 2021. URL http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_egresoshosp_gobmx.html.
- [3] Claudio Guarnaccia, Julia Griselda Cerón Breton, Rosa María Cerón Breton, Carmine Tepedino, Joseph Quartieri, and Nikos E. Mastorakis. Air quality models application to air pollution data in monterrey, mexico. In *AIP Conference Proceedings*, volume 1, pages 1–5. AIP Publishing LLC, 2018. doi:10.1063/1.5045447.
- [4] Ankit Gupta, Hemant Bherwani, Sheha Gautam, Saima Anjum, Kavaya Musugu, Narendra Kumar, Avneesh Anshul, and Rakesh Kumar. Air pollution aggravating covid-19 lethality? exploration in asian cities using statistical models. *Environment, Development and Sustainability*, 23(4):6408–6417, 2021. doi:10.1007/s10668-020-00878-9.
- [5] Ana Julia, Diana A FC Lichtenfels, Kim Van Der Plaats, Cleo C de Jong, Dirkje S van Diemen, Ivana Postma, Cornelia M Nedeljkovic, Najaf van Duijn, Sacha Amin, Maaike la Bastide-Van Gemert, De Vries, et al. Long-term air pollution exposure, genome-wide dna methylation and lung function in the lifelines cohort study. *Environmental health perspectives*, 126(2):027004, 2018. doi:10.1289/EHP2005.
- [6] Jennifer S Kim, Zhanghua Chen, Tanya L Alderete, Claudia Toledo-Corral, Fred Lurmann, Kiros Berhane, and Frank D Gilliland. Associations of air pollution, obesity and cardiometabolic health in young adults: The meta-air study. *Environment international*, 133:105–180, 2019. doi:10.1016/j.envint.2019.105180.
- [7] Marcelo Korc and Rodolfo Sáenz. Monitoreo de la calidad del aire en américa latina. *Korc Marcelo E*, pages 1–22, 1999.
- [8] Yuewei Liu, Jinglu Pan, Hai Zhang, Chunxian Shi, Guo Li, Zhe Peng, Jixuan Ma, Yun Zhou, and Lan Zhang. Short-term exposure to ambient air pollution and asthma mortality. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 200(1):24–32, 2019. doi:10.1164/rccm.201810-1823OC.
- [9] Raquel Martín Martín and Marciano Sánchez Bayle. Impacto de la contaminación ambiental en las consultas pediátricas de atención primaria: estudio ecológico. In *Anales de Pediatría*, volume 2, pages 80–85. Elsevier, 2018. doi:10.1016/j.anpedi.2017.06.013.
- [10] SIMA. Sistema integral de monitoreo ambiental, 2015. URL <http://sire.ni.gob.mx>.
- [11] Teresa To, Jingqin Zhu, Dave Stieb, Natasha Gray, Ivy Fong, Lauren Pinault, Michael Jerrett, Alain Robichaud, Richard Ménard, Aaron van Donkelaar, et al. Early life exposure to air pollution and incidence of childhood asthma, allergic rhinitis and eczema. *European Respiratory Journal*, 55(2), 2020. doi:10.1183/13993003.00913-2019.
- [12] Zilong Zhang, Bin Dong, Shanshan Li, Gongbo Chen, Zhaoqiang Yang, Yanhui Dong, Zhenghe Wang, Jun Ma, and Yuming Guo. Exposure to ambient particulate matter air pollution, blood pressure and hypertension in children and adolescents: a national cross-sectional study in china. *Environment international*, 128:103–109, 2019. doi:10.1016/j.envint.2019.04.036.



Póster en línea



Repositorio en línea